

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-261076

(43) 公開日 平成7年(1995)10月18日

(51) Int. Cl.⁴ 横別記号 片内整冠番号 P I 技術表示箇所
G 0 2 B 13/04 D
13/18

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-76406
(22) 出願日 平成6年(1994)3月24日

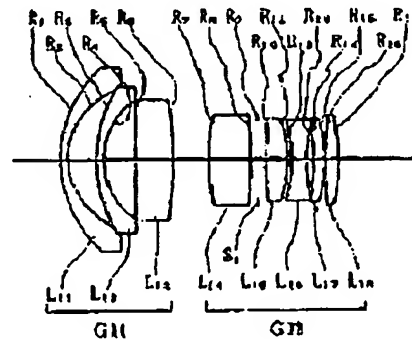
(71) 出願人 000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(72) 発明者 萩野 肇
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
(74) 代理人 弁理士 佐藤 正年 (外1名)

(54) 発明の名称 広角レンズ

(52) 要約

【目的】 構成枚数が少なくバックフォーカスの長い広角レンズを得ることを主目的とする。

【構成】 物体側より順に全体で負の屈折力を持つ第1レンズ群と、全体で正の屈折力を持つ第2レンズ群とにより構成され、第1レンズ群中の少なくとも一つの面を非球面とし、パワー配置の最適化、材料の適当な選択、適当なレンズ形状の設定を行い、より少ない構成枚数、構成群数でありながら長いバックフォーカスを持つコンパクトで収差が良好に補正された逆望遠型広角レンズ。



(2)

特開平7-261076

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、全体で負の屈折力を持つ第1レンズ群と、全体で正の屈折力を持つ第2レンズ群とにより構成される逆望遠型広角レンズにおいて、前記第1レンズ群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負の第1レンズ成分および負の第2レンズ成分と、正の第3レンズ成分とを有し、前記第2レンズ群は、物体側より順に、正の第4レンズ成分と、絞りと、正の第5レンズ成分と、負の第6レンズ成分と、2つの正の第7、第8レンズ成分とを有し、前記第1レンズ群中の少なくとも1つのレンズ面が非球面であり、前記第1レンズ群の合成焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の合成焦点距離を f_2 、前記第2レンズ群の絞りより物体側の正の第4レンズ成分の焦点距離を f_{41} 、前記第2レンズ群の絞りより後ろのレンズ成分の合成焦点距離を f_{22} 、前記第1レンズ群中の負の第1、第2レンズ成分の合成焦点距離を f_{11} 、前記第1レンズ群中の正の第3レンズ成分の合成焦点距離を f_{13} 、としたとき、以下の条件式を満足することを特徴とする広角レンズ。

$$-2.2 < f_1 / f_2 < -1$$

$$0.65 < f_{11} / f_{13} < 2.4$$

$$-4.5 < f_{11} / f_{13} < -2.2$$

【請求項2】 前記第1レンズ群中の負の第1レンズ成分、負の第2レンズ成分および正の第3レンズ成分のアップ係数をそれぞれ ν_{11} 、 ν_{12} 、 ν_{13} 、前記第2レンズ群中の正の第4レンズ成分、正の第5レンズ成分および正の第8レンズ成分のアップ係数をそれぞれ ν_{41} 、 ν_{51} 、 ν_{81} としたとき、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の広角レンズ。

$$\nu_{11} + \nu_{12} - 2\nu_{13} > 4.8$$

$$\nu_{11} + \nu_{12} - 2\nu_{13} > 2.5$$

【請求項3】 前記第2レンズ群中の正の第7レンズ成分および正の第8レンズ成分の $s.f. = (r_1 + r_2) / (r_2 - r_1)$ で表されるシェイプファクタ(r_1 : レンズの物体側レンズ面の曲率半径、 r_2 : 像面側レンズ面の曲率半径)をそれぞれ $s.f.L_7$ 、 $s.f.L_8$ としたとき、以下の条件式を満足することを特徴とする請求項2に記載の広角レンズ。

$$-1.6 < s.f.L_7 < -1.3$$

$$-1.4 < s.f.L_8 < -0.6$$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、画角が90度程度でFナンバーが2.8程度の広角レンズに関し、特にレンズ系の後方に光線分離器等を配置するために長いバックフォーカスを有する1眼レフカメラやビデオカメラに適用した広角レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来より、1眼レフカメラやビデオカメ

2

ラ等の長いバックフォーカスを要求される光学系に使用される広角レンズは、前方に負、後方に正の屈折力を持った逆望遠型広角レンズが用いられてきた。

【0003】 この様な構成のレンズにおいて、長いバックフォーカスを維持しつつ撮影画角を大きくするには前方負レンズの屈折力を強めなければならない、それにより発生する諸収差、特に歪曲収差や非点収差を修正するために必要な光学系の分だけレンズの構成枚数が増加し、レンズ系全体の大型化やゴーストの発生、コストアップなどを招いていた。

10

【0004】 近年、高精度で大口径の非球面レンズが実用化されるにしたがって、前方負レンズ群で発生する収差を非球面レンズで効果的に抑制して、レンズ系を小型で簡単な構成にしたり、特に長いバックフォーカスを付与せたりしたものが提案されている。

20

【0005】 たとえば、特開平4-50910号公報では、負の第1レンズ、負の第2レンズ、正の第3レンズからなる全体として負の屈折力を持つ第1レンズ群第1レンズと正の屈折力を持つ第2レンズ群から構成され、第1レンズに非球面を用いてFナンバー3.5、画角が100度程度でバックフォーカスの長い広角レンズが提案されている。ここでは、第1レンズ群と第2レンズ群の焦点距離をそれぞれ f_1 、 f_2 、全系の焦点距離を f 、バックフォーカスを $b.f.$ としたとき、 $-3.5 < f_1 / f_2 < -2.2$ 、 $2f < b.f.$ を満足する2群10～11枚のレンズ構成ものが示されている。

【0006】

30

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、非球面を用いたものでも、バックフォーカスが焦点距離の1.7倍を超えるようなレンズにおいては、やはりバックフォーカスの短い広角レンズなどに比べて多くのレンズ構成枚数を必要とし、コストアップや反射面の増加によるゴーストの発生などの問題点を持っている。

【0007】 本発明は上記問題点に鑑み、パワー配達の最適化により、少ない構成枚数で長いバックフォーカスを持った広角レンズを得ることを主目的とする。また、適当な材料の使用とレンズ形状の最適化によって良好な結像性能を得ることを目的とする。

40

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明に係る広角レンズでは、物体側より順に、全体で負の屈折力を持つ第1レンズ群と、全体で正の屈折力を持つ第2レンズ群とにより構成される逆望遠型広角レンズにおいて、前記第1レンズ群は、物体側より順に、物体側に凸面を向けたメニスカス状の負の第1レンズ成分および負の第2レンズ成分と、正の第3レンズ成分とを有し、前記第2レンズ群は、物体側より順に、正の第4レンズ成分と、絞りと、正の第5レンズ成分と、負の第6レンズ成分と、2つの正の第7、

(3)

特開平7-261078

第8レンズ成分とを有し、前記第1レンズ群中の少なくとも1つのレンズ面が非球面であり、前記第1レンズ群の合成焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の合成焦点距離を f_2 、前記第2レンズ群の絞りより物体側の正の第4レンズ成分の焦点距離を f_{4s} 、前記第2レンズ群の絞り

$$\begin{aligned} -2.2 < f_1/f_2 < -1 \\ 0.65 < f_{4s}/f_2 < 2.4 \\ -4.5 < f_{4s}/f_1 < -2.2 \end{aligned}$$

【0009】また、請求項2に記載の発明に係る広角レンズでは、請求項1に記載の広角レンズにおいて、前記第1レンズ群中の負の第1レンズ成分、負の第2レンズ成分および正の第3レンズ成分のアップ数をそれぞれ ν_1 、 ν_2 、 ν_3 としたとき、以下の条件式を満足するものである。

$$\begin{aligned} \nu_1 + \nu_2 - 2\nu_3 &> 4.8 \\ \nu_1 + \nu_2 - 2\nu_3 &> 2.5 \end{aligned}$$

【0010】また、請求項3に記載の発明に係る広角レンズでは、請求項2に記載の広角レンズにおいて、前記第2レンズ群中の正の第7レンズ成分および正の第8レンズ成分の $sf_1 = (r_1 + r_2)/(r_2 - r_1)$ で★

$$\begin{aligned} -1.6 < sf_1 < -1.3 \\ -1.4 < sf_2 < -0.6 \end{aligned}$$

【0011】前記非球面は、頂点から光軸方向に測定した距離を x 、頂点より光軸と垂直に測定した距離を y 、頂点曲率半径を R 、円錐係数を k 、また4次、6次、8次

$$\begin{aligned} x &= y^4/R \cdot (1 + \sqrt{1 - ky^2/R^2}) + C_4 y^4 + C_6 y^6 + C_8 y^8 \\ y^4 &+ C_4 y^4 + C_6 y^6 + C_8 y^8 \end{aligned}$$

【0012】

【作用】請求項1に記載の本発明には、物体側より順に物体側に凸面を向けたメニスカス状の負の第1レンズ成分および負の第2レンズ成分と、正の第3レンズ成分とを有し、全体で負の屈折力を持つ第1レンズ群と、物体側より順に正の第4レンズ成分、絞り、正の第5レンズ成分、負の第6レンズ成分、2つの正の第7、第8レンズ成分を有し、全体で正の屈折力を持つ第2レンズ群とにより構成され、第1レンズ群中の少なくとも1つのレンズ面を非球面とした逆望遠型広角レンズである。

【0013】第1レンズ群中の負レンズに用いられる非球面は、光軸から離れるにしたがって負の屈折力が減少するような形にすることにより、画面周辺で急激に増大する負の歪曲収差（ディストーション）の発生を効果的に抑制することができる。これにより、正の屈折力のみによって補正する方法をとったときに発生しがちな、陣豆状の歪曲点を持った歪曲となることを極力抑え、直線的な物体を線形した時の歪みを目立ちにくくできる。

【0014】第1レンズ群の前群負レンズ成分中では、画角が大きくなるにしたがって主光線にくらべて下側の斜光線がより大きい負の屈折を受け、コマ収差の悪化をまねく傾向にある。このため、負レンズ群に続く正の第3レンズ成分は斜側により強い屈折面を持つ形状として、下側斜光線に対してより強い正の屈折を与えることにより、下側斜光線が受けた過剰な負の屈折を打ち消し

りより強めのレンズ成分の合成焦点距離を f_{3s} 、前記第1レンズ群中の負の第1、第2レンズ成分の合成焦点距離を f_{12} 、前記第1レンズ群中の正の第3レンズ成分の合成焦点距離を f_{3s} 、としたとき、以下の条件式を満足するものである。

… (1)式

… (2)式

… (3)式

※ ν_1 、 ν_2 、 ν_3 、前記第2レンズ群中の正の第4レンズ成分、正の第7レンズ成分および正の第8レンズ成分のアップ数をそれぞれ ν_4 、 ν_7 、 ν_8 としたとき、以下の条件式を満足するものである。

… (4)式

… (5)式

★表されるシェイプファクタ（ r_1 ：レンズの物体側レンズ面の曲率半径、 r_2 ：像面側レンズ面の曲率半径）をそれぞれ sf_1 、 sf_2 としたとき、以下の条件式を満足するものである。

… (6)式

… (7)式

☆次、10次の非球面係数を C_4 、 C_6 、 C_8 、 C_{10} とした時、以下の式で表されるものである。

… (8)式

て、コマ収差を良好に保つことができる。この様な形状は、主光線に対しても、物体側により強い屈折面を向けた形状などと比べて小さい屈折力で大きい屈折角を与えることができ、画面周辺のディストーションの改善に寄与する。

【0015】請求項1に記載の本発明においては、第1レンズ群と第2レンズ群の焦点距離を条件式(1)～(3)を満たすよう設定することにより、パワー配量を最適化することができ、長いバックフォーカスおよび良好な収差補正を維持し、十分な周辺光量を確保しつつも前玉径を小さくして、全体の小型化及びフィルターサイズの小型化を図ることができる。

【0016】即ち、条件式(1)の上限を超えて第1レンズ群の屈折力を強め、焦点距離を小さくした場合、さらに長いバックフォーカスをとることが可能となるが、強い屈折力を維持しつつ広い画角にわたって収差を良好に補正するためにより多くのレンズ枚数が必要となってしまう。また、逆に下限を下回って第1レンズ群の屈折力を弱め、焦点距離を大きくした場合には、収差補正上は有利になるものの、十分な周辺光量を確保するには前玉径を大きくしなければならなくなる。従って広い画角を持つレンズにおいては、前玉有効径よりフィルターサイズをかなり大きくしなければならぬを生じてしまうため、鏡筒のコンパクト化が妨げられてしまう。

【0017】また、条件式(2)の上限を超えると、第2

(4)

特開平7-261076

5

6

レンズ群中の絞りより後のレンズ群（正の第5レンズ成分、負の第6レンズ成分、正の第7、第8レンズ成分）に過剰な正の屈折力がかかることになるため、正レンズ群をさらに分割してパワーの分散を図らなければ十分な収差補正は望めず、構成枚数も増加してしまう。下眼を下回ると、絞りより前の正の第4レンズ成分の収斂作用が過剰となって十分なバックフォーカスを維持するのが困難となってしまふ。

【0018】また、条件式(3)は、これを満足することによって第1レンズ群の前群（負の第1、第2レンズ成分）に十分な負の屈折力を持たせつつも発生する収差量を低く抑え、後群（正の第3レンズ成分）とのバランスを保っている。条件式の上限を越えて正群を強めると軸上光が収束し過ぎ、下眼を下回って弱めると画面周辺でのコマ収差の収束が悪化し、ともに軸上と周辺の収差バランスがとりにくくなる。

【0019】さらに、請求項2に記載の本発明においては、条件式(4)、(5)を満たすような適当な補正を用いることによって、軸上色収差と倍率色収差のバランスを良好にとることができる。これらの条件値を下回ったアップ数を持つ材料を使用すると、どちらか一方又は双方の色収差補正が困難となり、他のレンズでの無償補正が必要となってしまふ。また、第1レンズ群中に使用する硝子は、面の曲率半径を大きくしサジタルコマフレアの発生を抑えるため、より高屈折率のものを使用するのが望ましい。

【0020】さらに、請求項3に記載の本発明においては、第2レンズ群中の正の第7、第8レンズ成分を条件式(6)、(7)を満たすような形状とすることにより、全面角にわたって諸収差を良好に補正することができる。この条件をはずした形状では、球面収差、コマ収差ともに補正が困難である。特に、上限値より大きい値で収差バランスをとろうとすると、サジタルコマフレアが極端に増大してしまう。

【0021】なお、本発明のような負の第1レンズ群と正の第2レンズ群よりなる逆望遠タイプの広角レンズにおいては、軸上光線は軸外光線に比べて大きな屈折を受けず像面に達するため、球面収差や軸上色収差は比較的容易に補正することが可能であるが、軸外光線については、画角が大きくなるにつれてより大きな負の屈折を与えなければ光を像面に到達させることができない。このため球面系を用いた逆望遠型広角レンズの第1レンズ群中の負レンズ、特にその周辺部には大きな負の屈折力が集中することになり、この部分で特に大きく発生する歪曲収差と非点収差を補正できるかどうか、そのレンズ系の成立の可否を左右する。また、レンズの収差補正はプラスの収差とマイナスの収差の打ち消し効果によって行う方法と発生そのものを抑える方法とがあるが、逆望遠型広角レンズのようにある特定の収差が突出して大きく発生している場合には発生そのものを抑える方法をと

った方が効率的である。

【0022】従って、以上の観点から、本発明の逆望遠型広角レンズにおいては、第1レンズ群中の負レンズに非球面を使用することによって収差の発生を抑制する構成が最も効率的であり望ましい。さらに、第1レンズ群中の負レンズのうち、軸外光線が光軸より最も大きく離れているか、最も大きい負の屈折力を持っているレンズに非球面を使用することが理想的である。

【0023】また、第1レンズ群中の正の第3レンズ成分は、1枚で収差補正は十分可能であり、全体の構成枚数も少なく済み、より簡便な構成にするという本発明の目的により合致するが、2枚で構成してもよく、この場合、収差補正に使用できる変数が増加するため補正の自由度は向上する。

【0024】また第2レンズ群は、第1レンズ群に比して軸上光線が光軸から高い位置で通過するため、球面収差の補正に対する寄与が大きい。特に、第2レンズ群の正の第5レンズ成分と負の第6レンズ成分の間に空気間隔を設けると、空気間隔中の軸上光線の落差によって高次の球面収差が発生する。この空気間隔と空気間隔の前後の面の曲率半径の差を調節することによって高次球面収差の発生量を変化させ、光学系全体での球面収差の補正に寄与することができる。高度に球面収差を補正する必要がないとき、又はすでに十分に補正されているときは、正の第5レンズ成分と負の第6レンズ成分とを接合すると空気接触面を減らすことができ、本発明の目的により合致する。

【0025】また、第2レンズ群は、フォーカシング時に第1レンズ群より速い速度で繰り出すことにより近距離での収差変動を抑える、いわゆるフローティング方式の採用が考えられ、近距離撮影時の性能劣化を低減することができる。

【0026】

【実施例】以下に、本発明を実施例をもって説明する。

（実施例1）本発明による第1の実施例として、図1に、物体側より順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L_{11} 、 L_{12} および正レンズ L_{13} からなる第1レンズ群 G_1 と、正レンズ L_{21} 、絞り S 、正レンズ L_{22} 、負レンズ L_{23} 、正レンズ L_{24} 、正レンズ L_{25} からなる第2レンズ群 G_2 とで構成された広角レンズを示す。ここでは、前述したように、収差の発生を効果よく抑制するため、軸外光線が光軸から最も大きく離れていて、且つ強い負の屈折力を持った第1レンズ群 G_1 の負レンズ L_{11} の像面側レンズ面 R_1 を、(8)式で表される非球面とした。

【0027】以下の表1に本実施例の広角レンズのパラメータ値を示す。ただし、 r はレンズ面 R_i の曲率半径、 d_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との光軸上の面間隔、 n_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との間の媒質のd線（ $\lambda = 587.6nm$ ）の屈折率、 ν_i はレンズ面

(5)

特開平7-261076

7

8

R_i とレンズ面 R_{i+1} との間の媒質のアッペ数である。 * [0028]
また各非球面係数 ($K, C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$) も表1に示した。

[表1]

R_i	r_i	d_i	n_i	ν_i
R_1	30.5036	1.7000	1.71300	63.53
R_2	16.9585	7.0000		
R_3	35.3808	1.7000	1.71300	53.93
R_4	17.7105	7.5000		
R_5	2222.17	9.0000	1.75520	27.61
R_6	-88.5090	8.5000		
R_7	50.9210	10.000	1.74950	35.19
R_8	-113.1760	1.5000		
R_9	∞	1.6000 (絞り)		
R_{10}	230.0090	5.0000	1.51680	64.1
R_{11}	-31.0000	1.0000		
R_{12}	-33.6647	3.5000	1.75520	27.61
R_{13}	39.8040	1.5000		
R_{14}	-123.9180	3.0000	1.60300	65.42
R_{15}	-26.8738	0.2000		
R_{16}	200.0000	3.0000	1.60300	65.42
R_{17}	-47.2687	(絞り)		

 R_i : 非球面 $K = 0.6614$ $C_1 = 0$ $C_2 = 0.3327 \times 10^{-4}$ $C_3 = 0.9637 \times 10^{-8}$ $C_4 = 0.4402 \times 10^{-10}$ $C_5 = -0.981 \times 10^{-14}$

[0029] 本実施例では、第1レンズ群 G_1 、および第2レンズ群 G_2 の合成焦点距離 $f = 28.6 \text{ mm}$ 、Fナンバー (Fno) 2.83、であり、条件式 (1)~(7) に対応する値は表6に示す通りである。また、本実施例における広角レンズの諸収差：球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差、は各々図2の (a) (b) (c) (d) に示す通りである。なお、球面収差は、縦軸に光軸からの入射距離 (入射高)、横軸にガウス像面を基準とした収差量を示す。非点収差は、横軸にガウス像面上での像高、縦軸にガウス像面を基準としたサジタル (S) およびメリジナル (M) 各像面の収差量を示した。

[0030] 歪曲収差は、縦軸にガウス像面上での像高、横軸に各像高での理想像高からのずれ量をパーセンテージで示す。倍率色収差は、縦軸にガウス像面上での像高、横軸にd線の像高を基準としたg線の像高のずれ量を示した。本実施例によれば、8群8枚という少ない構成枚数でありながら、良好に収差補正が行われたバックフォーカスの長い画角約93度の広角レンズが得られた。ここではバックフォーカスは、 $f = 48.9 \text{ mm}$ で全焦点距離の1.75倍であった。

[0031] (実施例2) 次に本発明の第2の実施例として、図3に、物体側より順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L_{11} 、 L_{12} および正レンズ L_{13} 、 L_{14} からなる第1レンズ群 G_1 と、正レンズ L_{21} 、絞り S 、正レンズ L_{22} 、負レンズ L_{23} 、正レンズ L_{24} 、正レンズ L_{25} からなる第2レンズ群 G_2 とで構成された広角レンズを示す。本実施例では、収差の発生を効率よく抑制するため、軸外光線が光軸から最も大きく離れていて、且つ強い負の屈折力を持った第1レンズ群 G_1 の負レンズ L_{11} の像面側レンズ面 R_{11} を (8) 式で表される非球面とした。

[0032] 以下の表2に本実施例の広角レンズのパラメータ値を示す。ただし、 r_i はレンズ面 R_i の曲率半径、 d_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との光軸上の面間隔、 n_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との間の媒質のd線 ($\lambda = 587.6 \text{ nm}$) の屈折力、 ν_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との間の媒質のアッペ数である。また、各非球面係数も表2に示した。

[0033]

[表2]

(6)					特開平7-261076
9	R_i	r_i	d_i	n_i	ν_i
	R_{11}	38.2124	1.6030	1.71300	56.1
	R_{12}	16.5957	6.5000		
	R_{21}	29.6544	1.6000	1.71300	52.93
	R_{22}	17.0293	7.5000		
	R_{31}	-330.2401	7.0080	1.75520	27.61
	R_{32}	-192.9155	1.0000		
	R_{41}	58.0572	7.0000	1.71756	29.46
	R_{42}	-273.5685	4.0850		
	R_{51}	122.9779	8.0000	1.74400	45.0
	R_{52}	-309.1299	1.6000		
	R_{61}	∞	1.6000 (絞り)		
	R_{62}	283.8959	4.0000	1.64000	60.03
	R_{71}	-29.7047	1.2000		
	R_{72}	-23.5386	4.0000	1.75520	27.61
	R_{81}	49.7211	1.6000		
	R_{82}	-136.0945	3.0000	1.67025	57.53
	R_{91}	-26.5013	0.3000		
	R_{92}	-2384.7629	3.0000	1.67025	57.53
	R_{93}	-45.5055	(絞り)		
R_{112} : 非球面					
$K = 0.6636$					
$C_1 = 0$					
$C_2 = 2.982 \times 10^{-5}$					
$C_3 = -0.2817 \times 10^{-3}$					
$C_4 = 6.539 \times 10^{-11}$					
$C_{111} = -0.173 \times 10^{-14}$					

【0034】本実施例においては、第1レンズ群 G_{11} および第2レンズ群 G_{12} の合成焦点距離 $f = 28.6$ mm、Fナンバー(Fno) 2.83、であり、条件式(1)~(7)に対応する値は表6に示す通りである。また、本実施例における広角レンズの諸収差(図2と同様の収差曲線)は図4に示す通りであった。本実施例によれば、9群9枚という少ない構成レンズ枚数でありながら、良好に収差補正が行われたバックフォーカスの長い画角約93度の広角レンズが得られた。ここでのバックフォーカスは b 、 $f = 48$ mmで、全系焦点距離の1.71倍であった。

【0035】(実施例3)本発明による第3の実施例として、図5に、物体側より順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L_{11} 、 L_{12} および正レンズ L_{13} 、 L_{14} からなる第1レンズ群 G_{11} と、正レンズ L_{21} 、絞り S 、正レンズ L_{22} 、負レンズ L_{23} 、正レンズ L_{24} 、正レンズ L_{25} からなる第2レンズ群 G_{12} とで構成された広角レンズを示す。本実施例では、収差の発生を効率よく抑制するため、軸外光線が光軸から最も大きく離れていて、且つ強い負の屈折力を持った第1レンズ群 G_{11} の負レンズ L_{12} の像面側レンズ面 R_{12} を(8)式で表される非球面とした。

【0036】以下の表3に本実施例の広角レンズのパラメータ値を示す。ただし、 r_i はレンズ面 R_i の曲率半径、 d_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との光軸上の面間隔、 n_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との間の媒質の d 波($\lambda = 587.6$ nm)の屈折力、 ν_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との間の媒質のアベ数である。また、各非球面係数も表3に示した。

【0037】本実施例の広角レンズでは、第1レンズ群 G_{11} および第2レンズ群 G_{12} の合成焦点距離 $f = 28.6$ mm、Fナンバー(Fno) 2.83、であり、条件式(1)~(7)に対応する値は表6に示す通りである。また、本実施例における広角レンズの諸収差(図2と同様の収差曲線)は図6に示す通りであった。本実施例によれば、9群9枚という少ない構成レンズ枚数でありながら、良好に収差補正が行われたバックフォーカスの長い画角約93度の広角レンズが得られた。ここでのバックフォーカスは b 、 $f = 48.9$ mmで、全系焦点距離の1.75倍であった。

【0038】(実施例4)次に、本発明の第4の実施例として、図7に、物体側より順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L_{11} 、 L_{12} および正レンズ L_{13} 、 L_{14} からなる第1レンズ群 G_{11} と、正レンズ L_{21} 、絞り S

(7)

特開平7-261076

11

正レンズ L_{11} 、負レンズ L_{12} 、正レンズ L_{13} 、正レンズ L_{14} からなる第2レンズ群 G_{12} とで構成された広角レンズを示す。本実施例では、収差の発生を効率よく抑制するため、軸外光線が光軸から最も大きく離れていて、且つ強い負の屈折力を持った第1レンズ群 G_{11} の負レンズ L_{11} の物体側レンズ面 R_{11} を(8)式で表される非球面とした。

【0039】以下の表4に本実施例の広角レンズのパラメータ値を示す。ただし、 r_i はレンズ面 R_i の曲率半径、 d_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との光軸上の面間隔、 n_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との間の媒質のd線($\lambda = 587.6\text{nm}$)の屈折力、 ν_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との間の媒質のアッペ数である。また、各非球面係数も表4に示した。

R_i	r_i	d_i	n_i	ν_i
R_{01}	32.6714	2.0000	1.72350	51.09
R_{02}	13.2159	1.0000		
R_{03}	35.8544	2.0000	1.74510	52.30
R_{04}	17.2804	1.0000		
R_{05}	-352.3942	4.0000	1.78472	25.8
R_{06}	-170.3259	1.0000		
R_{07}	57.1705	5.0000	1.75520	27.61
R_{08}	-318.6164	6.0000		
R_{09}	116.6851	8.0000	1.74490	45.0
R_{10}	-280.6180	1.5000		
R_{11}	∞	1.5000 (絞り)		
R_{12}	286.6618	4.0000	1.64000	60.03
R_{13}	-29.7450	1.5000		
R_{14}	-28.6763	4.0000	1.75520	27.61
R_{15}	49.9344	1.5000		
R_{16}	-120.3873	2.0000	1.64000	60.03
R_{17}	-25.8320	0.2000		
R_{18}	-2319.2570	3.0000	1.64000	60.03
R_{19}	-37.571	(8f)		

R_{11} : 非球面

$K = 1.0$

$C_1 = 0$

$C_2 = 0.3169 \times 10^{-5}$

$C_3 = 0.4488 \times 10^{-6}$

$C_4 = -0.2901 \times 10^{-10}$

$C_{10} = 0.2906 \times 10^{-18}$

【0041】本実施例の広角レンズでは、第1レンズ群 G_{11} および第2レンズ群 G_{12} の合成焦点距離 $f = 26.6\text{mm}$ 、Fナンバー(Fno) 2.83であり、条件式(1)~(7)に対応する値は表6に示す通りである。また、本実施例における広角レンズの諸収差(図2と同様の収差曲線)は図8に示す通りであった。本実施例によれば、9群9枚という少ない構成レンズ枚数でありながら、良好に収差補正が行われたバックフォーカスの長い画角約93度の広角レンズが得られた。ここでのバックフォーカスは、 $f = 48.5\text{mm}$ で、全焦点距離の1.73倍であった。

【0042】(実施例5)さらに、本発明の第5の実施例として、図9に、物体側より順に物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L_{11} 、 L_{12} および正レンズ L_{13} 、

*メータ値を示す。ただし、 r_i はレンズ面 R_i の曲率半径、 d_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との光軸上の面間隔、 n_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との間の媒質のd線($\lambda = 587.6\text{nm}$)の屈折力、 ν_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との間の媒質のアッペ数である。また、各非球面係数も表4に示した。

【0040】

【表4】

R_i	r_i	d_i	n_i	ν_i
R_{01}	32.6714	2.0000	1.72350	51.09
R_{02}	13.2159	1.0000		
R_{03}	35.8544	2.0000	1.74510	52.30
R_{04}	17.2804	1.0000		
R_{05}	-352.3942	4.0000	1.78472	25.8
R_{06}	-170.3259	1.0000		
R_{07}	57.1705	5.0000	1.75520	27.61
R_{08}	-318.6164	6.0000		
R_{09}	116.6851	8.0000	1.74490	45.0
R_{10}	-280.6180	1.5000		
R_{11}	∞	1.5000 (絞り)		
R_{12}	286.6618	4.0000	1.64000	60.03
R_{13}	-29.7450	1.5000		
R_{14}	-28.6763	4.0000	1.75520	27.61
R_{15}	49.9344	1.5000		
R_{16}	-120.3873	2.0000	1.64000	60.03
R_{17}	-25.8320	0.2000		
R_{18}	-2319.2570	3.0000	1.64000	60.03
R_{19}	-37.571	(8f)		

L_{11} からなる第1レンズ群 G_{11} と、正レンズ L_{13} 、絞り S_1 、像側により強い屈折面を持った凸レンズ L_{14} と凹レンズ L_{15} の接合レンズ、正レンズ L_{16} 、正レンズ L_{17} からなる第2レンズ群 G_{12} とで構成された広角レンズを示す。本実施例では、収差の発生を効率よく抑制するため、軸外光線が光軸から最も大きく離れていて、且つ強い負の屈折力を持った第1レンズ群 G_{11} の負レンズ L_{11} の物体側レンズ面 R_{11} を(8)式で表される非球面とした。

【0043】以下の表5に本実施例の広角レンズのパラメータ値を示す。ただし、 r_i はレンズ面 R_i の曲率半径、 d_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との光軸上の面間隔、 n_i はレンズ面 R_i とレンズ面 R_{i+1} との間の媒質のd線($\lambda = 587.6\text{nm}$)の屈折力、 ν_i はレンズ面

(8)

特開平7-261076

14

13
 R_i とレンズ面 R_{i+1} との間の媒質のブッベ数である。 * (0044)

また、各非球面係数も表5に示した。

R_i	r_i	d_i	n_i	ν_i
R_{01}	36.3494	2.0000	1.71300	53.33
R_{02}	12.6804	7.6000		
R_{03}	40.2171	2.0000	1.71300	53.33
R_{04}	18.8186	7.0000		
R_{05}	-353.5552	5.0000	1.71735	29.46
R_{06}	-101.9801	3.0000		
R_{07}	76.2340	4.5000	1.78472	25.8
R_{08}	-353.0694	5.0095		
R_{09}	85.0222	8.6980	1.74406	45.0
R_{10}	-452.1481	1.5000		
R_{11}	∞	1.6000 (絞り)		
R_{12}	931.2812	4.5000	1.67025	57.53
R_{13}	-28.0000	4.5000	1.75520	27.61
R_{14}	45.7666	1.5080		
R_{15}	-179.6534	3.0000	1.63160	58.3
R_{16}	-30.0613	0.2000		
R_{17}	-244.1871	3.0000	1.67025	57.53
R_{18}	-33.2078	(Bf)		

R_{0i} : 非球面

$K = 1.0$

$C_1 = 0$

$C_2 = 0.3073 \times 10^{-3}$

$C_3 = 0.2801 \times 10^{-6}$

$C_4 = 0.5515 \times 10^{-10}$

$C_{10} = 1.548 \times 10^{-14}$

【0045】本実施例の広角レンズでは、第1レンズ群 G_1 および第2レンズ群 G_2 の合焦点距離 $f = 28.6 \text{ mm}$ 、Fナンバー (Fno) 2.83、であり、条件式 (1)~(7) に対応する値は表6に示す通りである。また、本実施例における広角レンズの諸収差 (図2と同様の収差曲線) は図10に示す通りであった。本実施例によれば、8群9枚という少ない構成枚数でありながら、※

※良好に収差補正が行われたバックフォーカスの長い画角約9.3度の広角レンズが得られた。ここでバックフォーカスは、 $f = 47.9 \text{ mm}$ で、全系焦点距離の1.71倍であった。

【0046】

【表6】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
f_1 / f_2	-1.10	-2.189	-1.976	-1.872	-1.278
f_{02} / f_{03}	0.676	2.323	2.345	2.335	1.882
f_{10} / f_{11}	-4.47	-2.266	-2.283	-2.368	-2.285
$\nu L_1 + \nu L_2 - 2\nu L_3$	52.64	52.64	51.3	51.79	46.94
$\nu L_1 + \nu L_2 - 2\nu L_4$	60.46	25.06	80.00	30.36	26.01
sf. L_1	-1.854	-1.483	-1.577	-1.549	-1.401
sf. L_2	-0.6177	-1.089	-1.077	-1.932	-1.715

15

【0047】第1の実施例においては、第1レンズ群中の正の第3レンズ成分を1枚で構成したが、第2、3、4、5実施例で示したように、2枚に分割した場合に、収差補正の自由度が向上する。

【0048】また、上記第1、2、3、4実施例で示したように第2レンズ群中の絞りより像面側の正の第5レンズ成分と負の第6レンズ成分との間に空気レンズを設けた構成とした場合、空気レンズ中の軸上光線の径差によって高次の球面収差を発生させることができ、この空気レンズの前後の面の曲率半径の差を調整することによってその高次球面収差の発生量を変化させ、光学系全体での球面収差の補正に寄与させることができる。

【0049】しかし、高次に球面収差を補正する必要がないとき、あるいはすでに十分補正されているときは、実施例5のように、上記正の第5レンズ成分と負の第6レンズ成分との間に空気レンズを設ける必要はなく、両レンズを接合して空気接触面を減らすことができる。これにより、構成が簡素化されて本発明の目的により合致した形となり、フレアやゴーストの発生する可能性を低減できる。

【0050】なお、以上の実施例においては、収差の発生を効率よく抑制するため、軸外光線が光軸から最も大きく離れていて、且つ強い負の屈折力を持った第1レンズ群の負の第1レンズに非球面を設けたが、本発明はこれに限るものではない。

【0051】なお、全体を比例拡大して焦点距離を変えることにより、上記実施例と同じ構成でより焦点距離が長く、バックフォーカスの長いレンズを提供することも可能である。

【0052】また、上記第1～5実施例においては、焦点距離が約28mmに対して画角が約93度であるため、有効画サイズは約φ29mmとなり、一般に用いられている135サイズのフィルムを用いたときにはあまり撮影が可能である。また、より大きなサイズのフィルムを用いるカメラに装着した時もけられのない撮影を行うことができる。

【0053】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、第1レンズ群中の負レンズに非球面を用いることにより降笠状の稜曲点を持った歪曲となることを極力抑え、直線的な物体を撮影した時の歪みを目立ちにくくできる。また、第1レンズ群中の負レンズ群に続く正の第3レンズ成分を像側により強い屈折面を有する形状として、下側斜光線に対してより強い正の屈折を与えることにより、下側斜光線が受けた過剰な負の屈折を打ち消して、コマ収差を良好に保つことができる。この様な形状は、主光線に対しても、物像側により強い屈折面を向け

(9)

特開平7-261078

16

た形状などと比べて小さい屈折力で大きい屈折角を与えることができ、画面上部のディストーションの改善に寄与する。また、第1レンズ群と第2レンズ群の焦点距離を条件式(1)～(3)を満たすよう設定することにより、パワー配置を最適化することができ、長いバックフォーカスおよび良好な収差補正を維持し、十分な周辺光量を確保しつつも前玉径を小さくして、全体の小型化及びフィルタサイズの小型化を図ることができる。

【0054】また、条件式(4)、(5)を満たすような適当な硝材を用いることによって、軸上色収差と倍率色収差のバランスを良好にすることができる。また、第2レンズ群中の正の第7、第8レンズ成分を条件式(6)、(7)を満たすような形状とすることにより、全画角にわたって諸収差を良好に補正することができる。

【0055】また、軸外光線が光軸より最も大きく離れていて、強い負屈折力をもった第1レンズ群中の負の第1レンズ成分の物体側レンズ面または像面側レンズ面を非球面としたことにより、歪曲収差と非点収差の発生を効率的に抑制することができる。

20 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例による広角レンズの概略構成図である。

【図2】第1実施例の広角レンズの諸収差を示す収差曲線図であり、(a)は球面収差、(b)は非点収差、(c)は歪曲収差、(d)は倍率色収差である。

【図3】本発明の第2実施例による広角レンズの概略構成図である。

【図4】第2実施例の広角レンズの諸収差を示す収差曲線図であり、(a)は球面収差、(b)は非点収差、

30 (c)は歪曲収差、(d)は倍率色収差である。

【図5】本発明の第3実施例による広角レンズの概略構成図である。

【図6】第3実施例の広角レンズの諸収差を示す収差曲線図であり、(a)は球面収差、(b)は非点収差、

(c)は歪曲収差、(d)は倍率色収差である。

【図7】本発明の第4実施例による広角レンズの概略構成図である。

【図8】第4実施例の広角レンズの諸収差を示す収差曲線図であり、(a)は球面収差、(b)は非点収差、

40 (c)は歪曲収差、(d)は倍率色収差である。

【図9】本発明の第5実施例による広角レンズの概略構成図である。

【図10】第5実施例の広角レンズの諸収差を示す収差曲線図であり、(a)は球面収差、(b)は非点収差、

(c)は歪曲収差、(d)は倍率色収差である。

【表3】

(10)

特開平7-281076

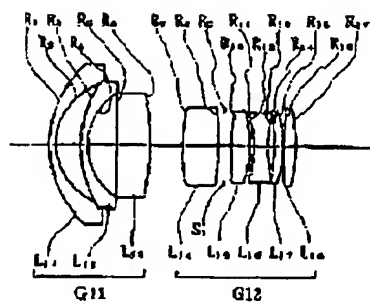
17				18
R_i	r_i	d_i	n_i	ν_i
R_{11}	30.4602	1.6000	1.73350	51.89
R_{12}	16.1417	6.5000		
R_{13}	30.5818	1.0000	1.74610	52.3
R_{14}	17.2867	7.5000		
R_{15}	-864.6026	4.0000	1.78472	25.8
R_{16}	-171.8531	1.0000		
R_{17}	56.4449	5.0000	1.75520	27.61
R_{18}	-839.6911	6.0000		
R_{19}	118.2465	8.0000	1.74400	45.0
R_{20}	-306.0492	1.6000		
R_{21}	∞	1.6000 (鏡)		
R_{22}	294.2793	4.0000	1.84800	60.03
R_{23}	-29.6315	1.2000		
R_{24}	-28.7287	4.0000	1.75620	27.61
R_{25}	49.8449	1.5000		
R_{26}	-114.8047	3.0000	1.64000	60.03
R_{27}	-28.7279	0.2000		
R_{28}	-1029.4950	3.0000	1.64000	60.03
R_{29}	-38.4168	(鏡)		

R₂₉: 非球面

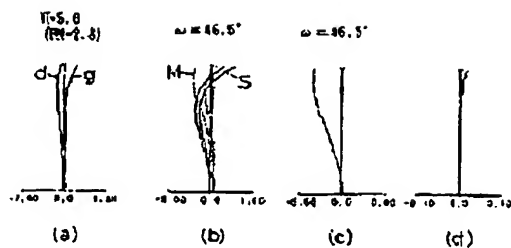
K = 0.655

C₄ = 0C₆ = 0.3553 × 10⁻⁶C₈ = 0.2029 × 10⁻⁸C₁₀ = 0.6205 × 10⁻¹⁰C₁₂ = -0.1972 × 10⁻¹²

【図1】



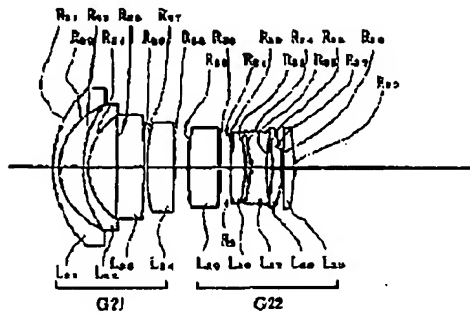
【図2】



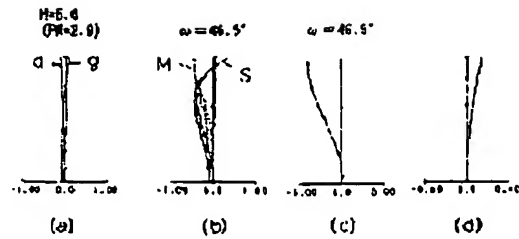
(11)

特開平7-261076

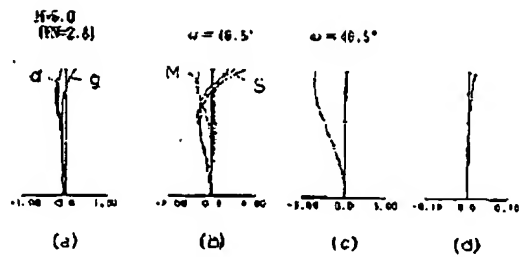
【図3】



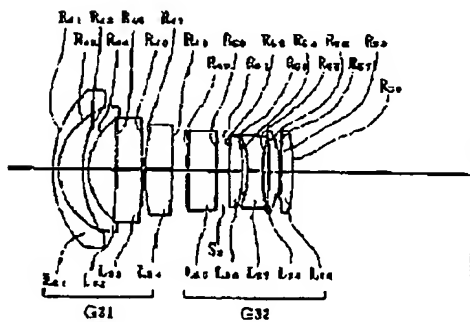
【図4】



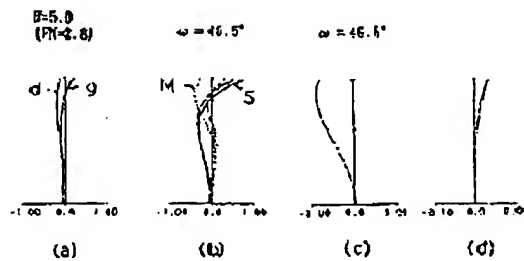
【図6】



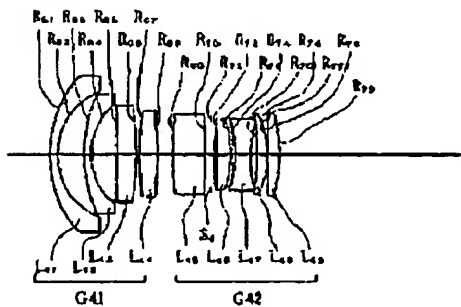
【図5】



【図8】



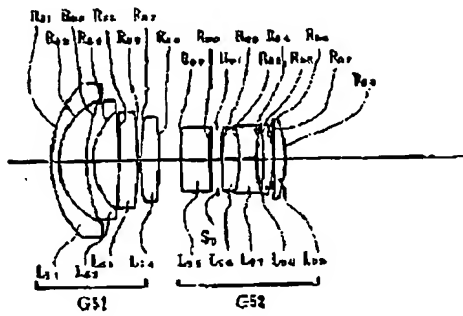
【図7】



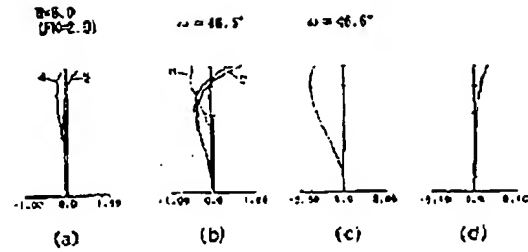
(12)

特開平7-261976

【図9】



【図10】



Searching PAJ

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-261076

(43)Date of publication of application : 13.10.1995

(51)Int.Cl.

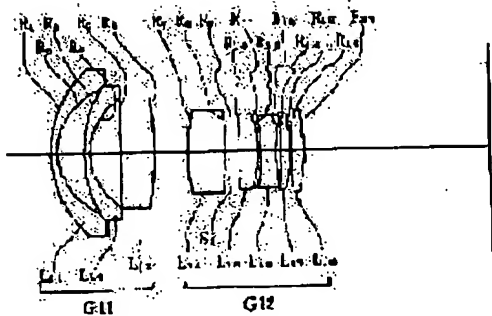
G02B 13/04
G02B 13/18

(21)Application number : 06-076406

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 24.03.1994

(72)Inventor : OGINO YASUSHI

(54) WIDE-ANGLE LENS**(57)Abstract:****PURPOSE:** To obtain a wide-angle lens which consists of a small number of elements and has long back focus.**CONSTITUTION:** This wide-angle lens consists of the 1st lens group G11 which has negative refracting power on the whole and a 2nd lens group G12 which has positive refracting power on the whole in order from the object side, and at least one surface in the 1st lens group G11 is made aspherical, and, the power arrangement is optimized, a proper glass material is selected, and a proper lens shape is set, thereby obtaining an inverse telephoto type wide-angle lens which has the long back focus and is compact and excellently compensated in aberrations although the lens consists of a small number of elements and a small number of groups.

Searching PAJ

Page 2 of 2

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office